

DIALOG(R) File 351:Derwent WPI  
(c) 2002 Derwent Info Ltd. All rts. reserv.

011897786    \*\*Image available\*\*  
WPI Acc No: 1998-314696/199828  
XRPX Acc No: N98-246715

**Hand-written character verification method for verifying authenticity of signature - involves comparing corrected hand-written character data with registered hand-written character data by dynamic processing matching to obtain degree of overall difference between acquired and corrected hand-written character data**

Patent Assignee: CADIX INC (CADI-N); CADIX KK (CADI-N)

Inventor: MUROYA M

Number of Countries: 025    Number of Patents: 002

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
EP 848345	A2	19980617	EP 97121834	A	19971211	199828    B
JP 10171926	A	19980626	JP 96346477	A	19961211	199836

Priority Applications (No Type Date): JP 96346477 A 19961211

Cited Patents: No-SR.Pub

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan	Pg	Main IPC	Filing Notes
-----------	------	-----	----	----------	--------------

EP 848345	A2	E	16	G06K-009/00	
-----------	----	---	----	-------------	--

Designated States (Regional): AL AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI

LT LU LV MC MK NL PT RO SE SI

JP 10171926	A		8	G06K-009/62	
-------------	---	--	---	-------------	--

Abstract (Basic): EP 848345 A

The method involves acquiring co-ordinate information and writing speed information relating to the hand-written characters as three-dimensional time series information. The acquired hand-written character data is corrected by using a warping function in order to minimise a cumulative error between the acquired hand-written character data and the registered hand-written character data. The corrected hand-written character data is compared with the registered hand-written character data by dynamic processing matching to obtain a degree of an overall difference between the acquired and corrected hand-written character data and the registered hand-written character data. Whether the hand-written characters are true or false are determined on the basis of the degree of the overall difference.

ADVANTAGE - Improves matching rate in case where individual is identified by hand-written character, by realisation of more accurate identification of individual with help of additional information.

Dwg.2/5

Title Terms: HAND; WRITING; CHARACTER; VERIFICATION; METHOD; VERIFICATION; AUTHENTICITY; SIGNATURE; COMPARE; CORRECT; HAND; WRITING; CHARACTER; DATA ; REGISTER; HAND; WRITING; CHARACTER; DATA; DYNAMIC; PROCESS; MATCH; OBTAIN; DEGREE; OVERALL; DIFFER; ACQUIRE; CORRECT; HAND; WRITING; CHARACTER; DATA

Derwent Class: T01; T04

International Patent Class (Main): G06K-009/00; G06K-009/62

File Segment: EPI

Manual Codes (EPI/S-X): T01-J10B2; T04-D04

(18) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-171926

(43) 公開日 平成10年(1998) 6月28日

(51) Int.Cl.\*

G 0 6 K 9/62

識別記号

6 4 0

F I

G 0 6 K 9/62

6 4 0 C

G

審査請求 未請求 請求項の数6 F D (全 8 頁)

(21) 出願番号

特願平8-346477

(22) 出願日

平成 8 年(1996)12月11日

(71) 出願人 591210910

株式会社キャディックス

東京都世田谷区新町 2 丁目26番15号

(72) 発明者 室谷 正美

東京都世田谷区桜新町 2 丁目11番 8 号 株

式会社キャディックス内

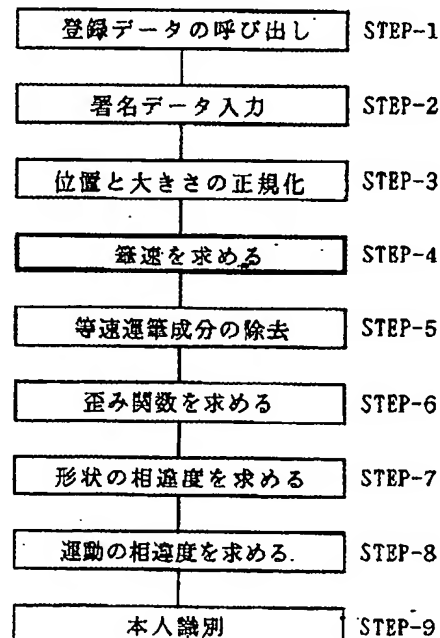
(74) 代理人 弁理士 豊田 正雄

(54) 【発明の名称】 手書き文字の照合方法および装置

(57) 【要約】

【課題】 手書き文字の真偽判定の照合率を向上させる。

【解決手段】 手書き文字の座標情報と筆速情報を三次元的時系列情報として取り込み、DPマッチングにより、前記手書き文字データと登録された手書き文字データの累積誤差を最小とするような歪み関数を与えて補正したデータを比較して得た文字パターン全体の相違度により真偽判定する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 手書き文字を座標情報を含む時系列情報として取り込み、予め登録された手書き文字のデータと比較して、照合判定を行う手書き文字の認識方法において、手書き文字の座標情報と筆速情報を三次元的時系列情報として取り込み、DPマッチングにより、前記手書き文字データを登録された手書き文字データとの累積誤差を最小とするような歪み関数を与えて補正したデータを比較して得た文字パターン全体の相違度により真偽判定することを特徴とする手書き文字の照合方法。

【請求項2】 手書き文字を座標情報を含む時系列情報として取り込み、予め登録された手書き文字のデータと比較して、照合判定を行う手書き文字の認識方法において、手書き文字の座標情報、筆圧情報と筆速情報を四次的時系列情報として取り込み、DPマッチングにより、前記手書き文字データを登録された手書き文字データとの累積誤差を最小とするような歪み関数を与えて補正したデータを比較して得た文字パターン全体の相違度により真偽判定することを特徴とする手書き文字の照合方法。

【請求項3】 前記筆速情報が、筆速の上限値  $s_{max}$  と各サンプル点の筆速  $s_0(i)$  により以下の関係式  $s(i) = s_{max} \cdot s_0(i)$ 、ただし、 $s(i) < 0$  のときは  $s(i) = 0$

で定義される各サンプル点における逆筆速  $s(i)$  を用いた情報であり、また、空中成分の逆筆速  $s(i)$  をゼロ (0) とすることを特徴とする請求項1または2記載の手書き文字の照合方法。

【請求項4】 手書き文字を座標情報を含む時系列情報として取り込み、予め登録された手書き文字のデータと比較して、照合判定を行う手書き文字の認識装置において、手書き文字の座標情報と筆速情報を三次元的時系列情報として取り込む手段、DPマッチングにより、前記手書き文字データを登録された手書き文字データとの累積誤差を最小とするような歪み関数を与えて補正したデータを比較して得た文字パターン全体の相違度により真偽判定する手段を備えたことを特徴とする手書き文字の照合装置。

【請求項5】 手書き文字を座標情報を含む時系列情報として取り込み、予め登録された手書き文字のデータと比較して、照合判定を行う手書き文字の認識装置において、手書き文字の座標情報、筆圧情報と筆速情報を四次的時系列情報として取り込む手段、DPマッチングにより、前記手書き文字データを登録された手書き文字データとの累積誤差を最小とするような歪み関数を与えて補正したデータを比較して得た文字パターン全体の相違度により真偽判定する手段を備えたことを特徴とする手書き文字の照合装置。

【請求項6】 前記筆速情報が、筆速の上限値  $s_{max}$  と各サンプル点の筆速  $s_0(i)$  により以下の関係式

$$s(i) = s_{max} \cdot s_0(i), \quad \text{ただし、} s(i) < 0 \text{ のときは } s(i) = 0$$

で定義される各サンプル点における逆筆速  $s(i)$  を用いた情報であり、また、空中成分の逆筆速  $s(i)$  をゼロ (0) とすることを特徴とする請求項4または5記載の手書き文字の照合装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は手書き文字の署名データに対して、真偽判定を行う署名照合方法及び装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 従来から、筆記文字を認識する手書き文字の認識方式は、ワードプロセッサの入力方式や、筆者を特定する署名照合方式に利用されている。入力方式として実用化されているものとしては、規定された字形制約に従って楷書書きにより文字を入力して座標情報に変換し、予め登録された文字データの座標情報との真偽判定を行い、照合結果の一致した文字として認識する方法がある。このように比較的緩慢な速度で丁寧に楷書で筆記される場合は、視覚的フィードバックにより文字の各ストロークが明瞭で、字形が安定するため、座標情報のみで十分認識できる。

【0003】 一方、入力する際に字形を制約されない入力方式や、署名照合方式に利用するものは、楷書書きだけでなく、走り書きされた文字を認識する必要がある。文字が走り書きされる場合、筆記運動が高速化し、視覚的フィードバックをほとんど伴わない運動となる。この場合、字形が不鮮明となるので、取り込んだパターンは、各ストロークの分離が困難となり、時間軸方向やストローク方向に伸縮とズレが大きいため、座標情報のみでは照合率が極めて低く、認識が困難となる。

【0004】 走り書きされた文字の認識方式に、座標情報と筆圧情報を用いて、文字の各ストロークの分離に依存しない認識を可能とする方式がある。この方式では筆記運動の変動による座標情報のバラツキを考慮に入れたDP (ダイナミックプログラミング) マッチングとよばれるパターンマッチング手法が取り入れられている。

【0005】 DPマッチングでは、筆記運動の変動に対して、照合するパターン同士の累計誤差を最小とするような歪み関数を与え、時間軸あるいは弧長軸に対して補正を行う。このようにして筆記運動の変動を吸収した座標と筆圧からマッチングを行うことにより、走り書きされた手書き文字の認識を可能としている。

【0006】 座標情報に筆圧情報を加えた照合や、DPマッチングによる正規化を行うことにより、手書き文字の認識率は向上したが、走り書き文字へ対応した場合の文字の認識や、署名照合方式に利用する場合、偽署名と真署名との誤認が生じることがあるため、そのままでは実用化が不可能であった。

【0007】特許第1,822,532号(特公平5-31798)「手書き文字のオンライン認識方式」においては、DPマッチングを用いて座標情報と筆圧情報から手書き文字の登録パターンと入力パターンの相違度を求める際に、座標情報と筆圧情報に最適な重み付け係数を与え、座標情報と筆圧情報を同時に処理することにより、誤差を軽減し、真偽の照合率を向上させ、処理時間を短縮したものが実用化されている。

【0008】このように手書き文字の座標情報と筆圧情報を取り込み、文字の各ストロークが不明瞭で分離できない場合であっても、認識を可能とし、DPマッチングにより、走り書きされた手書き文字であっても筆記運動の変動を吸収して累積誤差を補正し、さらに改良を加えることにより実用可能となっている。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】近年、一般家庭まで普及しているノート型コンピュータ、電子手帳、ペンコンピュータなどの携帯情報端末では、多くの場合、ペン入力を利用できる。しかし標準で装備されているペン入力仕様では、一般に筆圧などの計測は行えない。このようなペン入力端末からの手書き文字による個人認証では、座標情報(形状)だけで個人認証を行わなければならない。座標情報からでは、字の大きさ、字の形、字の角度等の外見情報のみしか判断できず、他人に真似されやすく、個人認証の照合率が低下しやすいという問題がある。

【0010】そこで本発明の課題は、手書き文字を個人認証で利用する場合、付加的な情報を加えてより正確な個人識別を行い、照合率を高めることである。また、座標情報と筆圧情報が入力可能な場合にもさらに照合率を高めることを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明は上記課題を解決するために、手書き文字を座標情報を含む時系列情報として取り込み、予め登録された手書き文字のデータと比較して、照合判定を行う手書き文字の認識方法において、手書き文字の座標情報と筆速情報を三次元的時系列情報として取り込み、DPマッチングにより、前記手書き文字データを登録された手書き文字データの累積誤差を最小とするような歪み関数を与えて補正し、パターン全体の累積誤差を最小とする時間軸補正を行って求めた相違度により真偽判定するものである。

【0012】また、入力装置が筆圧情報を得られるのであれば、手書き文字を座標情報と筆圧情報を含む時系列情報として取り込み、予め登録された手書き文字のデータと比較して、照合判定を行う手書き文字の認識方法において、手書き文字の座標情報、筆圧情報と筆速情報を四次元的時系列情報として取り込み、DPマッチングにより、前記手書き文字データと登録された手書き文字データの累積誤差を最小とするような歪み関数を与えて補

正し、パターン全体の累積誤差を最小とする時間軸補正を行って求めた相違度により真偽判定する。

【0013】本発明で用いる筆速情報の形態としては、種々のものが考えられるが、筆速は高速領域での安定性に欠けるなどの問題があることから、筆速に適当な上限を定めた逆筆速を用いることで、安定性を向上させることができる。逆筆速 $s(1)$ は筆速の上限値 $s_{\max}$ と各点の筆速 $s_0(1)$ により以下の関係式で定義される。

$$s(1) = s_{\max} - s_0(1)$$

ただし、 $s(1) < 0$ のときは $s(1) = 0$ である。また、空中をペンが移動している時のペン先速度は不安定な場合が多く、取り除くことでさらに良い結果を得られる。このため、空中成分の逆筆速 $s(1) = 0$ として処理することが望ましい。

【0014】なお上記の三次元的文字情報あるいは四次元的文字情報を処理する場合、照合対象の文字と登録済み文字とを比較する際に、座標情報を文字列の方向と大きさの変動を吸収し、固定的な要素である等速運動成分を除去する正規化を行うことにより、ペン先の速度成分が失われる。しかし、この速度成分には本人特有の安定した筆跡情報が含まれている。

【0015】本発明では、この速度成分を座標情報と同時に処理し、座標情報の結果と合わせて真偽判定を行う。したがって、単なる座標情報すなわち二次元情報よりは本発明の三次元的文字情報のほうが他人を排除できる照合が可能である。また、四次元情報をいればさらに高度の他人排除の照合が可能となる。

【0016】署名照合においては、署名の形状(筆跡)以外に、筆記運動の違い、すなわち動きに関する相違度も非常に有効な判別要素となる。登録パターン(被照合データ)に対する入力パターン(照合データ)の時間軸上の変動の相違度、即ち、運動の相違度は時間軸歪み関数に含まれている。この歪み関数は、二つのパターンが完全に一致した場合には傾きが1の直線(図1の対角線)になる。この対角線からのずれが大きいほど署名の一致性は薄れる。また、だれにでも時と場所に関係なく、筆記運動のゆらぎはあり、通常、歪み関数は直線に対して変動する曲線となる。しかし、図1に示すように、真署名に比べ、偽署名の場合に変動が大きく、ジグザグになる傾向がある。このことから対角線に対して変動が大きい場合や、激しい場合には偽とすることができる。

【0017】本発明では二つのパターンの間の運動の相違度を歪み関数から求める。また形状の相違度は、座標系と筆速系とからパターン間の相違度を表す距離関数を求める。この距離関数を形状の相違度として定義し、運動の相違度と形状の相違度のパラメータとして真偽判別関数を導き、この関数で真偽判定を行う。

【0018】照合判定の基準となる文字(登録済み文字)と、照合する文字について、座標情報と筆速情報を

一定時間間隔でサンプリングしたデータは、等サンプリング点数に正規化し、また、位置、大きさについてそれぞれ予備的正規化を行う。また筆記運動は、たとえば横書きであれば左から右へ動くことが多く、このような恒常的な動きは照合の妨げになる恐れがあるので、等速運動成分を求め、位置と大きさを正規化した座標情報から、差し引いた方が望ましい。

【0019】照合判定の基準となる文字については、予め登録しておくが、このとき、登録されるデータのサンプリング点数は一定の方が演算処理に便利である。また登録する際には、署名等の同じ文字を複数回筆記して、データを取り込み、最適なデータを選んで登録するとよい。最適なデータを選ぶ際にも、DPマッチングや、手書き文字の識別方式で求められる判定要素が利用できる。

【0020】予備的正規化が済んだ座標情報と筆速情報について、DPマッチングにより、時間軸に対する座標情報と筆速情報の累計誤差を最小とする時間軸歪み関数を与えて補正を行い、座標情報および筆速情報の相速度を求め、判定要素とする。

【0021】なお、座標情報と筆速情報を一定弧長間隔でサンプリングあるいは変換された時系列データで照合することも可能であるが、筆記運動の相速度を判別要素に加える場合は、一定時間間隔でサンプリングされた、あるいは変換された時系列データで照合する必要がある。DPマッチングによる処理を行う際、特許第1,822,532号「手書き文字のオンライン認識方式」にあるように、座標情報と筆速情報に最適な重み付け係数を与え、座標情報と筆速情報を同時に処理してもよい。

【0022】

【発明の実施の形態】本発明による手書き文字の認識は、照合する文字の座標情報と筆速情報、または座標情報と筆速情報および筆圧情報を取り込み、演算処理を行うもので、筆記される文字の座標情報と筆圧情報を時系列に測定する手段と得られたサンプリングデータを処理する演算処理手段を必要とする。筆記される文字を設定された時間間隔でサンプリングした座標情報と筆圧情報は、三次元時系列データとなるが、複素座標系列と筆圧系列を成分とするデータ系列で表現する。座標情報と筆圧情報を測定する手段は、たとえば圧力センサを組み込んだスタイラスペンとペン先の座標を検出するディジタル化などで構成される。

【0023】本発明で扱う筆速について説明する。筆（ペン）の動く速さ、すなわち筆速は時系列で取り込んだ座標情報から算出する。サンプリング時刻  $t_1$  と  $t_{1+1}$

$$\begin{aligned} p_s(n) &= 0 \quad \dots\dots\dots \text{ペンがディジタル化表面に接していない状態} \\ &= 1 \quad \dots\dots\dots \text{ペンがディジタル化表面に接している状態} \end{aligned}$$

【0031】このペンステータスを用いて、空中成分の筆速を取り除く。すなわち、 $p_s(1) = 0$  のとき、逆筆速  $S(1) = 0$  とする。

のペンの座標位置を  $(x_1, y_1)$  と  $(x_{1+1}, y_{1+1})$  とすれば、この間のペンの移動距離  $u_1$  は以下のように表される。

$$u_1 = \{ (x_{1+1} - x_1)^2 + (y_{1+1} - y_1)^2 \}^{1/2}$$

【0024】筆速を単位サンプリング時間に移動する距離と定義すれば、移動距離  $u_1$  が筆速となる。各サンプリング点における筆速  $s_0(1)$  を前後の点間を移動するときの速度の平均とする。

$$s_0(1) = \{ u(1-1) + u(1) \} / 2$$

【0025】筆速は高速領域で安定性に欠けるという問題がある。このため、筆速の平均値の2倍を最大筆速値とする逆筆速  $S(1)$  を求めることによって、極度に高速な部分をカットし、低速であるほど数値を大きくし、高速では小さくすることで、安定性を向上させる。各サンプリング点の筆速  $s_0(1)$  が求められれば、筆速の平均  $S_{av}$  は次のように求まる。

【0026】

【数1】

$$S_{av} = \left\{ \sum_{l=1}^L s_0(l) \right\} / L$$

【0027】と求まる。逆筆速  $S(1)$  は筆速の平均  $S_{av}$  と各点の筆速  $s_0(1)$  により、以下の関係式で定義される。

$S(1) = 2S_{av} - s_0(1)$  但し、 $S(1) < 0$  のときは  $S(1) = 0$  とする。

【0028】また、文字から文字へ移動するときのペンの動き、即ち、空中を移動する時の筆速も安定性に欠ける傾向がある。このため、空中成分の筆速を取り除くことで安定した筆速情報を得ることができる。これは、スタイラスペンの先端の位置座標を  $(x, y)$  の二次元座標として測定するとともに、スタイラスペンの先端がディジタル化の表面に接しているかどうかの状態もペンステータス  $p_s$  として測定する（図3）。サンプリングは一定時間間隔で行い、その結果を時系列情報として取り込む。従って、サンプリングデータは座標値  $(x, y)$  とペンステータス  $p_s$  のデータとして

【0029】

【数2】

$$\{ x(n), y(n), p_s(n) \}_{n=1}^N$$

【0030】の形式で取り込む。なお、 $p_s(n)$  は0か1の、2値の情報であり、その値によって、それぞれ以下の状態を表す。

【0032】このような処理によって得られた

【0033】

【数3】

$$\{s(l)\}_{l=1}^L$$

【0034】を逆筆速系列とよぶ。以下単に筆速系列と言う場合は逆筆速系列を指すものとする。

【0035】本発明の実施の態様を図2の署名照合フローチャートにそって説明する。

step-1: 登録署名データ呼び出し

登録署名データは、あらかじめ署名者本人が署名し、登録したデータである。この登録署名データは座標(x,y)と筆速sをサンプリング点数Lとする三次元的時系列データとして、

【0036】

$$ps(n) = 0 \quad \dots\dots \text{ペンがディジタイザ表面に接していない状態} \\ = 1 \quad \dots\dots \text{ペンがディジタイザ表面に接している状態}$$

【0039】step-3: 位置と大きさの正規化

入力された署名データ(照合対象署名データ)は書くときの姿勢や場所、あるいは精神状態によってその傾きや大きさが異なる。このままでは登録署名データと照合が難しいために、位置と大きさの正規化を以下の手順で行う。まず入力署名データに対して等時間間隔、等サンプリング点数となるような新しいデータ系列、すなわち

【0040】

【数5】

$$\{z(l), ps(l)\}_{l=1}^L$$

【0041】を作成する。ただし、Lは新たなサンプリング点数であり、登録署名データおよび入力署名データともに一定(同数)にする。さらに正規化のために新たな複素座標系列を

【0042】

【数6】

$$z_i(l) = \{z(l) - zg\} / \|z(l) - zg\|$$

【0043】と定める。ここで、zgは署名パターンの重心であり、以下のように定義される。

【0044】

【数7】

$$zg = \left\{ \sum_{l=1}^L |z(l)|^2 \right\} / L$$

【0045】また $\|\cdot\|$ は複素座標系列のノルムを表し、

【0046】

【数8】

$$\|z(l)\|^2 = \left\{ \sum_{l=1}^L |z(l)|^2 \right\} / L$$

【0047】と求める。

【数4】

$$\{z_r(l), s_r(l)\}_{l=1}^L$$

【0037】の形式で呼び出す。ここで、 $z_r(l)$ は

$$z_r(l) = x_r(l) + i y_r(l)$$

で表されるの複素座標系列である。なお、 $i = (-1)^{1/2}$ である。

【0038】step-2: 署名データ入力

署名データの inputs は、サンプリングデータは座標値(x,y)とペンステータスpsのデータとして、数2の形式で取り込む。なお、ps(n)は0か1の、2値の情報であり、その値によってそれぞれ以下の状態を表す。

【0048】step-4: 筆速を求める

逆筆速系列を照合判定の筆速系列として、以下の処理で使用する。

【0049】step-5: 等速運筆成分の除去

文字を書く方向は、アラビア文字では右から左、英語などアルファベット系では左から右である。漢字系では上から下であるが、署名は通常横書きで行われ、右から左に移動する。いずれにしろ、署名は時間の経過とともに一定方向に座標値が増加または減少する傾向にある。この固定した動きは、照合の観点からは無いほうが好ましい。そこで座標データから等速運筆成分を除去する。

【0050】等速運筆成分を

$$z_k(l) = \xi \{(l-1)/L\} + \eta$$

と定義すると、等速運筆成分を除去した座標系列は

【0051】

【数9】

$$\{z^*(l) = z_i(l) - z_k(l)\}_{l=1}^L$$

【0052】となる。この時点では $\xi$ と $\eta$ は未知の値であるが、 $\|z^*(l)\|$ を最小になるように選択すると、

【0053】

【数10】

$$\xi = \left\{ \frac{12}{L^2} \right\} \cdot \left\{ \sum_{l=1}^L z_i(l) \cdot (l-1) \right\}$$

$$\eta = -\frac{\xi}{2}$$

【0054】と求める。以上の処理によって得られた複素座標系列

【0055】

【数11】

$$\{z^*(l)\}_{l=1}^L$$

【0056】を正規化複素座標系列とよぶ。以下、単にこれを複素座標系とよぶ。同様に筆速情報に関しても、その大きさを次のように正規化する。

$$s^*(l) = s(l) / \|s(l)\|$$

正規化処理で新たに得られた筆速系列

【0057】

【数12】

$$\{s^*(l)\}_{l=1}^L$$

【0058】を正規化筆速系列とよぶ。以下、この正規化筆速系列を単に筆速系列とよぶ。以上のように、サンプリングされた入力データはサンプリング点数、位置および大きさについて正規化され、等速運筆成分が除去された座標系列と時系列位置座標から求められた筆速系列として作成され、登録署名データに対応した入力署名データは次式のようになる。

【0059】

【数13】

$$\{z^*(l), s^*(l)\}_{l=1}^L$$

【0060】step-6、7：歪み関数と形状の相違度を求める

形状の相違度を調べるために、登録署名データと入力署名データとに対して、座標と筆速に對する相違度を求める。このとき、登録署名データと入力署名データの座標と筆速に對して重み付けを行い、DPマッチングにより時間軸に對する両パターン間の座標および筆速の累計誤差が最小となるように補正する。

【0061】いま登録署名データをパターンAとし、入力署名データをパターンBとし場合、パターンAのi番目とパターンBのj番目の点の相違度は、座標系列と筆速系列を用いて、

$$d^2(i, j) = (1 - w_g) |z^*_A(i) - z^*_B(j)|^2 + w_g |s^*_A(i) - s^*_B(j)|^2$$

のように定義する。ここで、 $w_g$ は $0 \leq w_g \leq 1$ なる条件を満たす、筆速系列に関する重みである。一方、 $(1 - w_g)$ は座標系列に関する重みである。さらにパターンA、B間の非線形な変換を考え、パターン間の相違を表す距離関数として

【0062】

【数14】

$$D_{shape}(A, B) = \min \sum_{l=1}^L d(\tau_i(l), \tau_j(l))$$

【0063】を定義する。ここで $\tau_i(l)$ 、 $\tau_j(l)$ は、パターンA、Bの点間の対応を定める関数で、関数 $D_{shape}(A, B)$ の値を最小にするように、2つのパターンの点間対応が求められる。

【0064】関数 $\tau_i(l)$ 、 $\tau_j(l)$ は、時間軸歪み関数(Warping Function)といい、最小化された $D_{shape}(A,$

B)をパターン間整合化距離という。歪み関数 $\tau_i(l)$ 、 $\tau_j(l)$ には、次のような条件が設定される。

(1)単調性

筆者によって筆順が異なった場合においても、一般に同一筆者が同一文字を書く場合は、前提として筆順に変化がないことから、歪み関数は単調増加関数である。そこで、

$$\tau_i(l-1) \leq \tau_i(l)$$

$$\tau_j(l-1) \leq \tau_j(l)$$

が設定される。

(2)連続性

ストローク間での座標および筆圧は連続的に変化するため、歪み関数も連続関数である。そこで、

$$|\tau_i(l) - \tau_i(l-1)| \leq 1$$

$$|\tau_j(l) - \tau_j(l-1)| \leq 1$$

が設定される。

(3)境界条件

本実施例においては、文字パターンの起点と終点を固定する。したがって、境界条件は、

$$\tau_i(1) = \tau_j(1) = 1$$

$$\tau_i(L) = \tau_j(L) = L$$

となる。

【0065】なお本例では登録データのパターンAの時間軸を

$$\tau_i(l) = l$$

に固定し、入力データのパターンBを時間軸に對して歪ませる方法を用いている。このパターン間整合化距離 $D_{shape}(A, B)$ を形状の相違度とする。

【0066】step-8：運動の相違度を求める

署名照合においては、署名の形状すなわち筆跡以外にも、筆記運動そのものの違い、すなわち、動きに関する相違度も非常に有効な判別要素となる。時間軸に對する登録署名パターンと入力署名パターンとの変動の相違度は、歪み関数 $\tau_i(l)$ 、 $\tau_j(l)$ に含まれている。この歪み関数は、パターンA、Bが完全に一致した場合には、図4のグラフような傾きが1の直線、すなわち対角線に一致する。

【0067】通常は、署名データのパターンには時間軸方向の非線形な誤差があり、図のように歪み関数 $\tau_i(l)$ と $\tau_j(l)$ を表すと、対角線に對して変動する曲線となる。対角線からの変動は、時間軸に對する登録署名パターンと入力署名パターンとの筆記運動の違いを表している。真の筆者による署名と偽の筆者による署名では、偽署名の場合に変動が大きくなる傾向がある(図1参照)。

【0068】一般的に、運動の相違度は対角線と歪み関数との差の累積として

$$\|\tau_j(l) - \tau_i(l)\|$$

と表すことができる。しかし、歪み関数の差の累積では、局所的な変動が署名全体の変動の大きさに影響を与

え、運動の相違度が大きくなってしまふ。このことから局所的な変動を累積させない距離関数を定義する必要がある。そこで、対角線に対する歪み関数の変動量を

$$\lambda(i) = \tau_j(i) - \tau_i(i) \quad \tau_i(i) = 1, 2, \dots, L$$

とする。この変動量は、ある時間における対角線と歪み関数の距離であり、その変動の激しさは対角線から離れる速度に相当する。速度は、関数 $\lambda(i)$ の1次微分関数 $\lambda'(i)$ として求める。1次微分関数 $\lambda'(i)$ は数値微分の5点公式により、

$$\lambda'(i) = \{ \lambda(i-2) - 8\lambda(i-1) + 8\lambda(i+1) - \lambda(i+2) \} / 12$$

となる。この $\lambda'(i)$ を距離関数とし、パターンA、B間の運動の相違度は、

$$D_{\text{motion}}(A, B) = \| \lambda'(i) \|$$

と求まる。

【0069】step-9: 本人識別

本発明では、上記の処理によって求めた形状の相違度と運動の相違度により、署名の真偽判定を行い、本人かどうかの識別を行う。その方法は、二つの相違度を二次元マップ上に展開して、あらかじめ定義した判別関数G、すなわち

$$G = G(D_{\text{shape}}(A, B), D_{\text{motion}}(A, B))$$

により、真偽の判定を行うものである。このとき、求められる値は本人度として表され、

$$G = 100\% \rightarrow \text{真署名}$$

$$G = 0\% \rightarrow \text{偽署名}$$

とする。

【0070】またマップ上に展開して、真偽の判定を行う場合、真署名と偽署名の境界線又は境界面上では、微妙な判定が要求される場合が一般的である。この境界部分に、ある一定以上の領域が設定されている場合には $0\% < G < 100\%$  → 真署名でもなく、偽署名でもないとする判別結果が得られる。

【0071】この境界部分は、図5に示すように、真署名領域と偽署名領域の中間領域であり、この中間領域をグレーゾーンとして設け、このゾーンにGが落ちた場合には、署名の再入力を求めたり、あるいはセキュリティレベルを設け、そのセキュリティレベルと本人度Gにより真偽の判定を行うなどの方法が考えられる。いずれにしろ、本発明の本人度Gを用いた判定では、その利用分野ごとに、判定に度合を変えたり、個人ごとの判別関数を定義したりすることが容易であり、柔軟性のある判定装置を提供することが可能となる。

【0072】

【発明の効果】筆跡鑑定というと、通常、既に筆記された文字の形状により行う。この場合、文字の大小、傾

き、丸味を帯びているか、角張っているか、つづけ文字、独立文字、自己流の癖文字などの形状判定を行う。このとき、筆圧や筆速は、紙の材質と筆記具の種類と文字の形状から、ある程度推測することができる。しかし、ある文字を筆記する時の筆圧や筆速を真似し、同じ書き順で同じ形状の文字を書くことは、非常に難しい。一般に筆圧の強い人は筆速が遅く、筆圧の弱い人は筆速が速いといわれているが、未だ筆圧と筆速の関係は明らかになっていない。また、筆速に限定し、本人が署名している現場を何度も見、何度も観察しても、署名全体の筆記速度は真似できても、その時々筆速を真似るとなると、まさに至難の業である。

【0073】本発明は最大の特徴は、この筆速を署名照合に取り入れていることである。しかも本発明を用いれば、筆圧が測定できないペン入力においても、時系列で取り込んだ座標から筆速が算出できるから、“座標情報+筆圧”で照合の行えない装置でも“座標情報+筆速”で照合が行え、座標情報だけの照合に比べてより厳密で、より正確な照合が行える。本発明の筆速は計算で求めることができるから、照合用の専用装置を追加することなく、個人認証システムを開発することが可能である。

【0074】また、筆圧が測定できる装置においては、筆圧の情報も含めた四次元の時系列情報によって照合が行える。筆圧、筆速は、筆跡（形状）に比べて、筆記している現場を見なければ真似のしにくい要素である。とくに本発明では、浮いている状態のペンの動き（空中成分）に、その時々ペンの先のスピード情報が加えられているから、事実上他人には真似のできない成分が分析されている。このように本発明は、真似のしにくい手書き文字照合を行っているために、より高い精度で他人が排除でき、従来の照合システムに比べてはるかに高い照合率（本人判定度）が得られるという特色をもっている。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の手書き文字の認識方式の実施例における偽署名の時間軸歪み関数を示す説明図である。

【図2】本発明における署名照合フローチャートである。

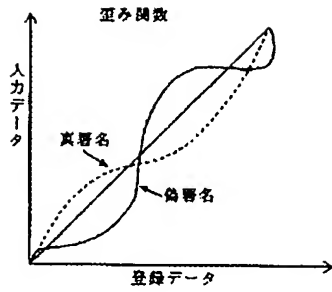
【図3】本発明における署名データの入力装置である。

【図4】本発明の手書き文字認識方式の実施例における歪み関数を説明図である。

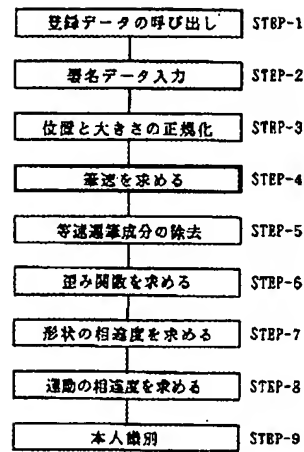
【図5】本発明の手書き文字の認識方式の実施例における運動の相違度と形状の相違度から署名の真偽を判定する説明図である。



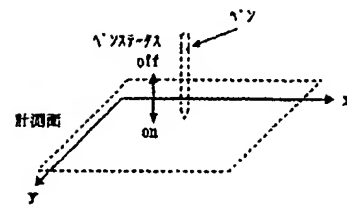
【図1】



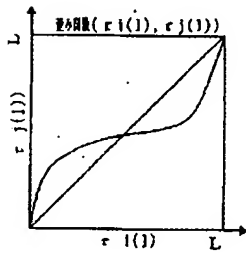
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

